



Publicación del Departamento de
Agronomía de la Universidad Nacional del Sur

agro UNS

► Dormición y germinación de *malvaceae* nativas ornamentales



- Aprovechamiento de residuos derivados de la producción de aceite de soja a baja escala
- Avispas galícolas que afectan a los eucaliptos en la región del sudoeste bonaerense
- Secuenciación y ensamblado del genoma Pasto llorón



Matías Duval
Juan Manuel Martínez
Manuel Ruiz
Claudio Pandolfo
Alejandro Presotto
Ramiro García
Andrea Piñeiro
Marta Miravalles

Los doctores (Ing. Agrs.) Duval, Martínez, Pandolfo, Presotto y Miravalles son docentes del Departamento de Agronomía-UNS. Ruiz es alumno de Ing. Agronómica de la UNS. El Técnico Superior Agrario en Suelos y Aguas García es personal del Departamento de Agronomía-UNS. La Ing. agrónoma Piñeiro es miembro de la firma ARGENTIERRA S.A.
Contacto: matias.duval@uns.edu.ar

Aprovechamiento de residuos derivados de la producción de aceite de soja a baja escala

El proceso de extrusión-prensado del poroto de soja que se realiza a baja escala en establecimientos rurales para producir aceite con destino a la elaboración de biodiésel, genera residuos (borras) que pueden ser utilizados como enmiendas orgánicas en suelos agrícolas.

Desde hace poco más de una década se observa, tanto en la escala regional como nacional, un incremento en el número de empresas agrícola-ganaderas que, en la búsqueda de mayores niveles de rentabilidad, han optado por agregar valor a la propia producción de granos, contrarrestando de ese modo un contexto de bajos precios de mercado para los *commodities*. Una de las alternativas más exploradas en este sentido, y que se difundió en paralelo con el fuerte incremento que experimentó la superficie destinada al cultivo de soja en nuestro país (17,6 millones de ha en la campaña 2018-19), ha sido la instalación de plantas de extrusión-prensado para la obtención de aceite crudo y *expellers*, productos con aplicación en la elaboración de biodiésel y la alimentación animal, respectivamente. Estas actividades productivas, sin embargo, generan una serie de residuos o subproductos (borras y glicerol) que presentan dificultad para ser gestionados fácilmente en el seno de las propias empresas, contribuyendo, en muchos casos, a incrementar la contaminación ambiental ya existente, asociada al uso inadecuado de agroquímicos y fertilizantes.

En este contexto, desde 2018 un grupo de docentes-investigadores del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur (UNS), pertenecientes a varias disciplinas científicas, llevan adelante un proyecto cuyo principal objetivo es ofrecer una alternativa sustentable para la gestión de los residuos generados por la firma agrícola-ganadera ARGENTIERRA. Como parte de sus múltiples actividades la empresa aludida, destina un porcentaje de la propia producción de granos oleaginosos (soja, colza o girasol) a la obtención de *expellers* para la alimentación animal, y de aceite para la elaboración de biodiésel, insumo con el que operan los vehículos y máquinas del establecimiento. El proyecto en cuestión, es financiado por la Secretaría de Vinculación Tecnológica de la UNS y por la propia firma interesada, y propone: a) la utilización de las borras provenientes del desgomado y filtración del aceite crudo para ajustar los niveles de los principales nutrientes del suelo (desarrollado en este trabajo), y b) el uso del glicerol obtenido como subproducto de la elaboración de biodiésel, para el engorde del ganado bovino producido en el establecimiento bajo sistema de *feedlot*. El aprovechamiento,



reutilización y reciclado de estos residuos, encuadra dentro de lo que se reconoce como sistema circular de producción, donde los mismos son considerados a su vez, parte de la cadena de valor. El uso de residuos constituye un resorte fundamental para la preservación de la sustentabilidad de los sistemas productivos, que requiere no solo de un conocimiento cabal de su composición y características funcionales, sino también de las posibles ventajas económicas que representa su utilización en el contexto productivo de la empresa.

Características y composición de las borras

Los residuos generados a partir del procesamiento de granos oleaginosos contienen, por lo general, una elevada concentración de nutrientes, principalmente nitrógeno (N) y fósforo (P), y un alto contenido de materia orgánica. No obstante, para que dichos residuos puedan ser utilizados como enmienda de suelos, deben reunir una serie de requisitos en relación a su inocuidad, tanto para la salud humana como ambiental, conforme lo estipulan los criterios estandarizados utilizados en la actualidad por la Unión Europea (UE) (Decisión 2001/688/EC).

Para la caracterización de las borras obtenidas en el filtrado del aceite producido por extrusión-prensado en el establecimiento ARGENTIERRA se cuantificó en las mismas el contenido de elementos primarios (N, P, K, S), secundarios (Ca, Mg), micronutrientes (B), metales pesados (Zn, Cu), carbono orgánico (CO), conductividad eléctrica (CE) y pH (Tabla 1). Entre los parámetros analizados, la CE es un indicador importante, sobre todo cuando estos residuos son utilizados como sustratos para la germinación de semillas. Dicha variable presentó valores inferiores a 2,5 dS m⁻¹, nivel considerado tolerable para plantas de sensibilidad media. Los valores de pH fueron cercanos a la neutralidad, hallándose dentro del rango considerado compatible para la vida de la mayoría de las plantas (6,0-8,5) según los estándares internacionales. Se observaron contenidos elevados de CO (526 ± 1,20 g kg⁻¹), conforme el criterio utilizado por la UE, donde se estipula que los residuos utilizados como enmiendas no deben contener niveles de CO inferiores a los 200 g kg⁻¹. Entre los metales pesados analizados, tanto en el caso del Cu como del Zn, se determinaron valores muy inferiores a los límites considerados perjudiciales para las personas y animales, potenciales consumidores de plantas fertilizadas con estos residuos. Los niveles de N y P se ubicaron en

Tabla 1. Propiedades químicas de las borras analizadas.

Parámetros	Unidad	Valor ±Desvío estándar
CE	dS m ⁻¹	2,42 ±0,15
pH		6,9 ±0,20
Carbono orgánico total	g kg ⁻¹	526 ±1,20
Nitrógeno		25±1,73
Fósforo		10 ±0,20
Calcio		1,1 ±0,15
Potasio		6,0 ±0,33
Magnesio	mg kg ⁻¹	770 ±17
Azufre		485 ±64
Boro		25 ±2,40
Cobre		10 ±2,20
Zinc		22 ±12
C:N		21 ±1,0
N:P		2,5 ±1,1

Tabla 2. Cantidad de producto aportado a las macetas según fuente y dosis. DAP: fosfato diamónico.



Fuente	Dosis ₀	Dosis ₁	Dosis ₂
	kg ha ⁻¹		
Borra	0	1000	2000
DAP	0	49	98

el rango entre 23,5 y 26,8 g kg⁻¹, y entre 9,8 y 10,2 g kg⁻¹, respectivamente. En lo que respecta al N, en particular, los valores fueron superiores al rango de referencia reportado en la literatura (10 a 20 g kg⁻¹).

En el sudoeste bonaerense la mayor parte del área agrícola se destina a la producción de cereales de invierno, con fuerte prevalencia del trigo pan. Para producir una tonelada de grano los requerimientos de N y P son de 30 y 5 kg, respectivamente. Por lo tanto, este residuo representa una fuente alternativa principalmente de P debido a su estrecha relación N:P (Tabla 1). Los elevados contenidos de P presentes en el residuo se deben al uso de ácido fosfórico durante el proceso de purificación del aceite. A su vez, la relación C:N presentó valores inferiores a 30:1, lo cual sugiere una alta probabilidad de mineralización neta de N y P. A partir de los resultados observados, es posible afirmar que las borras presentan características deseables que pueden contribuir a mejorar las propiedades físi-

cas y químicas del suelo y, por lo tanto, considerarse materiales orgánicos de alta calidad.

Efecto de la aplicación de borras sobre el fósforo edáfico

La aplicación de enmiendas orgánicas mejora el crecimiento de las plantas, lo cual se debe en parte al incremento de los niveles de nutrientes disponibles. Para cuantificar el aporte de nutrientes que realizan las borras al suelo se condujo un ensayo en condiciones controladas (macetas) con el objetivo de evaluar la dinámica de descomposición y liberación de los nutrientes contenidos en las mismas en dos suelos representativos del sudoeste bonaerense (Haplustol típico, arenoso franco y Argiudol petrocálcico, franco). La aplicación se realizó de forma superficial, utilizando tres niveles de aportes de P como criterio de dosificación: un control sin aplica



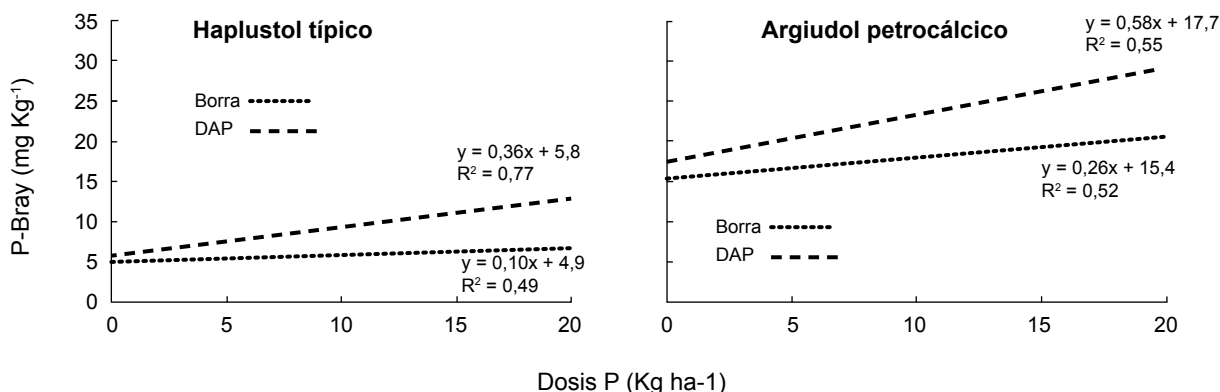


Figura 1. Relación entre el P-Bray y la dosis agregada de P según tratamientos (borra y fosfato diamónico, DAP) y suelos.

ción de P, y dos dosis de P (10 y 20 kg P ha⁻¹). Estas dosis de P se lograron mediante la aplicación superficial de borra (enmienda orgánica) o de fosfato diamónico, (DAP, fertilizante sintético) según se detalla en la Tabla 2. Previa aplicación del residuo, las macetas fueron sembradas con trigo a razón de 250 plantas m⁻² (momento inicial, 10 de julio). Se utilizaron cuatro repeticiones por tratamiento, totalizando 40 macetas. Las muestras de suelo se tomaron en encañazón (momento final, 22 de octubre) y se determinaron los niveles de fósforo extraíble (P-Bray). Entre los resultados hallados, se observó una relación lineal positiva con coeficientes de determinación elevados ($R^2=0,49$ a $0,77$; $p<0,05$) entre el aporte de P (borras y DAP) y el P-Bray en ambos suelos (Figura 1). En el Haplustol típico, por cada kg

de P agregado el P-Bray aumentó entre 0,10 y 0,36 mg kg⁻¹, mientras que en el Argiudol petrocálcico el aumento fue de 0,26 y 0,58 mg kg⁻¹ para borra y DAP, respectivamente. En todos los casos, la aplicación de DAP resultó en valores de P-Bray significativamente mayores que el resto de los tratamientos ($p<0,05$).

Consideramos importante remarcar que el P proveniente de las borras, se mineralizó gradualmente reflejándose en los mayores valores de P-Bray que el control, con diferencias estadísticas solo en la dosis más elevada en el suelo Argiudol (Figura 2). Esto refleja el potencial uso de las borras como enmienda orgánica fosforada en dosis superiores a los 2000 kg ha⁻¹.

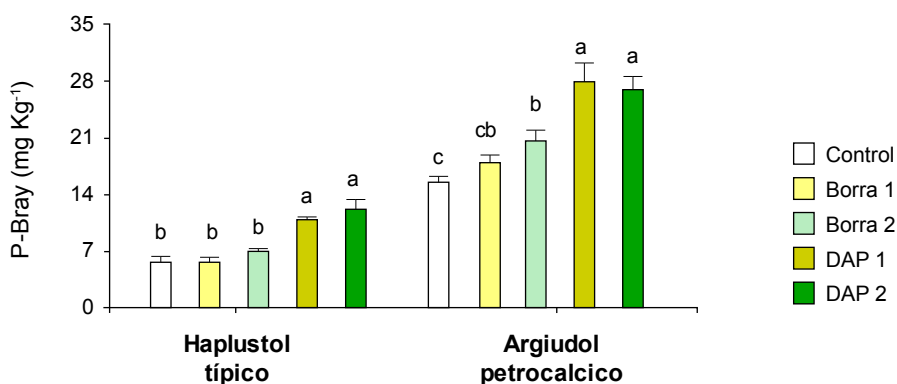


Figura 2. Niveles de P-Bray luego de 100 días según fuente (borra y fosfato diamónico - DAP) y dosis en dos suelos representativos del sudoeste bonaerense. Borra 1 y 2 corresponden a las dosis de 1000 y 2000 kg ha⁻¹; y DAP 1 y 2 corresponden a las dosis de 49 y 98 kg ha⁻¹, respectivamente.

Consideraciones finales

Las borras pueden considerarse un residuo de alta calidad debido a los altos niveles de CO y P. Sin embargo, su utilización como enmienda orgánica requiere conocer en detalle los procesos de mineralización y liberación de nutrientes por parte del residuo. En este sentido, es clave considerar que los nutrientes aportados por las borras no están totalmente disponibles en el corto plazo para el cultivo, siendo necesario determinar la capacidad de degradabilidad y liberación de nutrientes, dado que las concentraciones totales no indican la capacidad de liberación en el tiempo. Este conocimiento favorecerá una mejor sincronización entre la oferta de P provista por el residuo y la demanda por parte del cultivo, ampliando su utilidad como sustitutos de fertilizantes sintéticos.

Bibliografía

- Alexander, R. A. (1994). Standards and guidelines for compost use. *Biocycle*, 35(12), 37-41.
- Saldungaray, M. C., Adúriz M. A. & Conti V. P. (2013). Caracterización de las actividades ganaderas y agrícolas de Bahía Blanca y Coronel Rosales. *AgroUNS*, 20, 19-21.
- USEPA (1993). Standards for the use or disposal of sewage sludge. *Federal Register*, 58 (32), 9248-9415.

